

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-170100

(43)Date of publication of application : 14.06.2002

(51)Int.Cl.

G06T 1/00

G06F 17/30

G06T 7/20

(21)Application number : 2000-365051

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

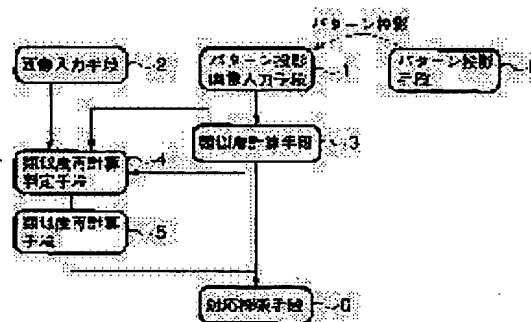
(22)Date of filing : 30.11.2000

(72)Inventor : IWAKI HIDEKAZU

(54) INTER-IMAGE CORRESPONDENCE SEARCHING DEVICE AND INTER- IMAGE CORRESPONDENCE SEARCHING METHOD**(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an inter-image correspondence searching device and an inter-image correspondence searching method capable of efficiently finding accurate and reliable close correspondence without trouble of alignment between optical axis of a pattern projection optical system and a photographing optical system.

SOLUTION: This inter-image correspondence searching device searches for the correspondence between plural viewpoint images. The inter-image correspondence searching device has a pattern projection image input means for inputting an image group wherein a photograph target projected with a prescribed pattern is photographed from plural different viewpoints; an image input means inputting an image group wherein the photograph target not projected with the pattern is photographed from the plural different viewpoints; a similarity calculation means comparing the image group inputted by the pattern projection input means with the image group inputted by the image input means, selecting one of the image groups in each area on the basis of a prescribed standard, and calculating a similarity in each the area of pixel between the images; and a searching means searching the corresponding area pair of pixel pair on the basis of the similarity calculated by the similarity calculation means.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-170100
(P2002-170100A)

(43)公開日 平成14年6月14日(2002.6.14)

(51)Int.Cl.	識別記号	F I	テ-マコード(参考)
G 0 6 T 1/00	2 8 0	G 0 6 T 1/00	2 8 0 5 B 0 5 7
G 0 6 F 17/30	1 7 0	G 0 6 F 17/30	1 7 0 B 5 B 0 7 5
G 0 6 T 7/20		G 0 6 T 7/20	Z 5 L 0 9 6

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願2000-365051(P2000-365051)

(22)出願日 平成12年11月30日(2000.11.30)

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72)発明者 岩城 秀和

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(74)代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外4名)

Fターム(参考) 5B057 BA02 CA12 CA16 DA07 DB02
DC34

5B075 ND06 NK07 NK37 QM05 QR02

QS03 UU40

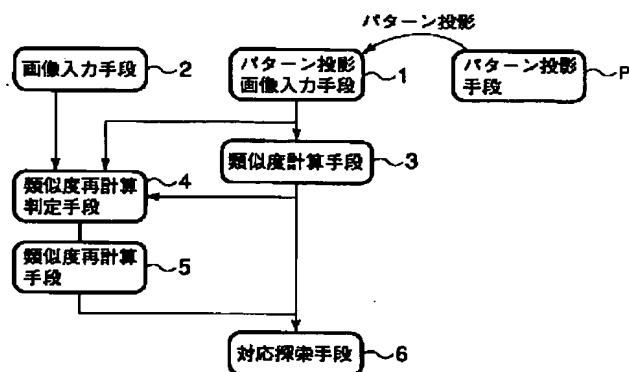
5L096 CA05 GA08 HA01 HA08 JA03

(54)【発明の名称】 画像間対応探索装置及び画像間対応探索方法

(57)【要約】

【課題】本発明は、パターン投影光学系と撮影光学系の光軸を一致させるといった煩わしさもなく、より正確でより信頼度の高い密な対応を効率的に求めることができる画像間対応探索装置及び画像間対応探索方法を提供する。

【解決手段】本発明の一態様によると、視点の異なる複数の画像間の対応を探索する画像間対応探索装置であり、所定のパターンが投影された撮影対象を、複数の異なる視点から撮影した画像群を入力するパターン投影画像入力手段と、パターンが投影されていない撮影対象を、複数の異なる視点から撮影した画像群を入力する画像入力手段と、前記パターン投影画像入力手段によって入力された画像群と、前記画像入力手段によって入力された画像群とを比較し、所定の基準で領域毎にどちらかの画像群を選択して、画像間の各画素毎あるい領域毎の類似度を計算する類似度計算手段と、前記類似度計算手段によって計算された類似度に基づいて、対応する画素組あるいは領域組を探索する探索手段とを有することを特徴とする画像間対応探索装置が提供される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 視点の異なる複数の画像間の対応を探索する画像間対応探索装置であり、
所定のパターンが投影された撮影対象を、複数の異なる視点から撮影した画像群を入力するパターン投影画像入力手段と、
パターンが投影されていない撮影対象を、複数の異なる視点から撮影した画像群を入力する画像入力手段と、
前記パターン投影画像入力手段によって入力された画像群と、前記画像入力手段によって入力された画像群とを比較し、所定の基準で領域毎にどちらかの画像群を選択して、画像間の各画素毎あるいは領域毎の類似度を計算する類似度計算手段と、
前記類似度計算手段によって計算された類似度に基づいて、対応する画素組あるいは領域組を探索する探索手段と、
を有することを特徴とする画像間対応探索装置。

【請求項 2】 視点の異なる複数の画像間の対応を探索する画像間対応探索装置であり、
所定のパターンが投影された撮影対象を、複数の異なる視点から撮影した画像群を入力するパターン投影画像入力手段と、
パターンが投影されていない撮影対象を、複数の異なる視点から撮影した画像群を入力する画像入力手段と、
前記パターン投影画像入力手段によって入力された画像群において、画像間の各画素又は領域毎の類似度を計算する類似度計算手段と、
前記パターン投影画像入力手段によって入力された画像と、前記画像入力手段によって入力された画像とを比較して、類似度の再計算の必要性を各領域毎に判定する類似度再計算判定手段と、
前記類似度再計算判定手段によって再計算の必要性が認められた領域に関して、前記画像入力手段によって入力された画像群において、画像間の各画素又は領域毎の類似度を再計算する類似度再計算手段と、
前記類似度計算手段及び前記類似度再計算手段によって計算された類似度に基づいて、対応する画像組あるいは領域組を探索する探索手段と、
を有することを特徴とする画像間対応探索装置。

【請求項 3】 視点の異なる複数の画像間の対応を探索する画像間対応探索方法であり、
所定のパターンが投影された撮影対象を、複数の異なる視点から撮影した画像群を入力するパターン投影画像入力工程と、
パターンが投影されていない撮影対象を、複数の異なる視点から撮影した画像群を入力する画像入力工程と、
前記パターン投影画像入力工程によって入力された画像群と、前記画像入力工程によって入力された画像群とを比較し、所定の基準で領域毎にどちらかの画像群を選択して、画像間の各画素毎あるいは領域毎の類似度を計算

する類似度計算工程と、
前記類似度計算工程によって計算された類似度に基づいて、対応する画像組あるいは領域組を探索する探索工程と、
を有することを特徴とする画像間対応探索方法。

【請求項 4】 視点の異なる複数の画像間の対応を探索する画像間対応探索方法であり、
所定のパターンが投影された撮影対象を、複数の異なる視点から撮影した画像群を入力するパターン投影画像入力工程と、
パターンが投影されていない撮影対象を、複数の異なる視点から撮影した画像群を入力する画像入力工程と、
前記パターン投影画像入力工程によって入力された画像群において、画像間の各画素又は領域毎の類似度を計算する類似度計算工程と、
前記パターン投影画像入力工程によって入力された画像と、前記画像入力工程によって入力された画像とを比較して、類似度の再計算の必要性を各領域毎に判定する類似度再計算判定工程と、
前記類似度再計算判定工程によって再計算の必要性が認められた領域に関して、前記画像入力工程によって入力された画像群において、画像間の各画素又は領域毎の類似度を再計算する類似度再計算工程と、
前記類似度計算工程及び前記類似度再計算工程によって計算された類似度に基づいて、対応する画像組あるいは領域組を探索する探索工程と、
を有することを特徴とする画像間対応探索方法。

【請求項 5】 前記類似度再計算判定工程は、前記パターン投影画像入力工程によって入力された画像と、前記画像入力工程によって入力された画像との比較において、輝度または彩度を比較することによって、影またはハレーションの状態を判定し、これにより類似度の再計算の必要性を判定することを特徴とする請求項 4 記載の画像間対応探索方法。

【請求項 6】 前記類似度再計算判定工程は、パターンを投影した画像と投影していない画像とで輝度の差が、ある閾値よりも高い領域、または、パターンを投影した画像と投影していない画像とで彩度の差が、ある閾値よりも高い領域のうちの少なくとも一方の領域を影領域として判定することを特徴とする請求項 5 記載の画像間対応探索方法。

【請求項 7】 前記類似度再計算判定工程は、パターンを投影した画像では輝度がほぼ飽和しているが投影していない画像では飽和していない領域、または、パターンを投影した画像と投影していない画像とで彩度の差が、ある閾値よりも高い領域のうちの少なくとも一方の領域をハレーション領域として判定することを特徴とする請求項 5 記載の画像間対応探索方法。

【請求項 8】 前記類似度再計算判定工程は、前記類似度計算工程によって得られた類似度が低い領域に対し

て、パターンを投影した画像と投影していない画像で輝度、彩度を比較してパターン投影によって影、ハレーションが生じているか否かを判定することにより、類似度の再計算の必要性判定を行うことを特徴とする請求項5記載の画像間対応探索方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は画像間対応探索装置及び画像間対応探索方法に係り、特に、画像間の対応する画素あるいは対応する領域を求める際に、例えば、視点の異なる画像間の対応を求めることにより距離情報を抽出する装置に利用できる技術、あるいはパノラマ写真の結合における対応点探索装置に利用できる技術を採用した画像間対応探索装置及び画像間対応探索方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、視点の異なる複数の画像間の対応する画素あるいは領域を求める手法が数多く提案されている。

【0003】その中でも、画素あるいは領域の近傍の局所的な情報を用いて対応を求めるエリアベースマッチング法がよく適用される。

【0004】従来、提案された方式の中には、注目画素近傍の濃淡値と、対応を探索すべき他画像の画素近傍の濃淡値とで正規化相関を計算して、類似度マップを作成し、その中でも特に類似度が高い対応を『種対応』として、その近傍に関して類似度を調べ、ある一定以上の類似度であればその対応を新たに種対応とし、その新たな種対応に関しても同様の処理を行うことにより、さらに新たな種対応を生成していき、対応マップを作成する第1の方法(Qian Chen & Gerard Medioni, "A volumetric Stereo Matching Method: Application to Image-Based Modeling," Proceedings on Computer Vision and Pattern Recognition Conference '99, Vol.1, pp.29-34, June 1999)がある。

【0005】この場合、対応を求めるための情報が乏しいと判断されたときに、撮影対象にパターンを投影情報を付加するという第2の方法がある（“ステレオ視処理装置”特公平4-25758号公報）。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した第1の方法では、対応を求めるための情報が乏しい場合には、対応を正しく求めることができない場合があるという問題点がある。

【0007】また、上述した第2の方法では、「情報が乏しい」と判断するために、最大類似度がある閾値よりも低いもしくはその最大類似度のピークが鋭くないという基準を採用しているため、例えば、撮影対象に繰り返しパターンが存在する場合には正しく対応付けが求めることができない場合があるという問題点がある。

【0008】また、この第2の方法では、パターン投影によって影やハレーションが生じている領域においても対応付けが正しく求めることができない場合があるという問題点がある。

【0009】さらに、この第2の方法では、影が生じている領域をできるだけ小さくするために、パターン投影光学系と、撮影光学系との光軸を一致させるといった対応が必要になる。

【0010】本発明は、上記の事情に鑑みてなされたもので、異なる複数の各視点から、パターンを投影した状態と投影していない状態の両方で撮影を行い、各領域あるいは画素ごとにパターン投影した画像とパターンを投影していない画像とを比較して対応が正確に求めることができる方を用いて類似度を計算することにより、パターン投影光学系と撮影光学系の光軸を一致させるといった煩わしさもなく、より正確でより信頼度の高い密な対応を効率的に求めることができる画像間対応探索装置及び画像間対応探索方法を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明によると、上記課題を解決するために、(1) 視点の異なる複数の画像間の対応を探索する画像間対応探索装置であり、所定のパターンが投影された撮影対象を、複数の異なる視点から撮影した画像群を入力するパターン投影画像入力手段と、パターンが投影されていない撮影対象を、複数の異なる視点から撮影した画像群を入力する画像入力手段と、前記パターン投影画像入力手段によって入力された画像群と、前記画像入力手段によって入力された画像群とを比較し、所定の基準で領域毎にどちらかの画像群を選択して、画像間の各画素あるいは領域毎の類似度を計算する類似度計算手段と、前記類似度計算手段によって計算された類似度に基づいて、対応する画素あるいは領域組を探索する探索手段と、を有することを特徴とする画像間対応探索装置が提供される。

【0012】また、本発明によると、上記課題を解決するために、(2) 視点の異なる複数の画像間の対応を探索する画像間対応探索装置であり、所定のパターンが投影された撮影対象を、複数の異なる視点から撮影した画像群を入力するパターン投影画像入力手段と、パターンが投影されていない撮影対象を、複数の異なる視点から撮影した画像群を入力する画像入力手段と、前記パターン投影画像入力手段によって入力された画像群において、画像間の各画素又は領域毎の類似度を計算する類似度計算手段と、前記パターン投影画像入力手段によって入力された画像と、前記画像入力手段によって入力された画像とを比較して、類似度の再計算の必要性を各領域毎に判定する類似度再計算判定手段と、前記類似度再計算判定手段によって再計算の必要性が認められた領域に関して、前記画像入力手段によって入力された画像群において、画像間の各画素又は領域毎の類似度を再計算す

る類似度再計算手段と、前記類似度計算手段及び前記類似度再計算手段によって計算された類似度に基づいて、対応する画像組あるいは領域組を探索する探索手段と、を有することを特徴とする画像間対応探索装置が提供される。

【0013】また、本発明によると、上記課題を解決するために、(3) 視点の異なる複数の画像間の対応を探索する画像間対応探索方法であり、所定のパターンが投影された撮影対象を、複数の異なる視点から撮影した画像群を入力するパターン投影画像入力工程と、パターンが投影されていない撮影対象を、複数の異なる視点から撮影した画像群を入力する画像入力工程と、前記パターン投影画像入力工程によって入力された画像群と、前記画像入力工程によって入力された画像群とを比較し、所定の基準で領域毎にどちらかの画像群を選択して、画像間の各画素あるいは領域毎の類似度を計算する類似度計算工程と、前記類似度計算工程によって計算された類似度に基づいて、対応する画像組あるいは領域組を探索する探索工程と、を有することを特徴とする画像間対応探索方法が提供される。

【0014】また、本発明によると、上記課題を解決するために、(4) 視点の異なる複数の画像間の対応を探索する画像間対応探索方法であり、所定のパターンが投影された撮影対象を、複数の異なる視点から撮影した画像群を入力するパターン投影画像入力工程と、パターンが投影されていない撮影対象を、複数の異なる視点から撮影した画像群を入力する画像入力工程と、前記パターン投影画像入力工程によって入力された画像群において、画像間の各画素又は領域毎の類似度を計算する類似度計算工程と、前記パターン投影画像入力工程によって入力された画像と、前記画像入力工程によって入力された画像とを比較して、類似度の再計算の必要性を各領域毎に判定する類似度再計算判定工程と、前記類似度再計算判定工程によって再計算の必要性が認められた領域に関して、前記画像入力工程によって入力された画像群において、画像間の各画素又は領域毎の類似度を再計算する類似度再計算工程と、前記類似度計算工程及び前記類似度再計算工程によって計算された類似度に基づいて、対応する画像組あるいは領域組を探索する探索工程と、を有することを特徴とする画像間対応探索方法が提供される。

【0015】また、本発明によると、上記課題を解決するために、(5) 前記類似度再計算判定工程は、前記パターン投影画像入力工程によって入力された画像と、前記画像入力工程によって入力された画像との比較において、輝度または彩度を比較することによって、影またはハレーションの状態を判定し、これにより類似度の再計算の必要性を判定することを特徴とする(4)記載の画像間対応探索方法が提供される。

【0016】また、本発明によると、上記課題を解決

るために、(6) 前記類似度再計算判定工程は、パターンを投影した画像と投影していない画像とで輝度の差が、ある閾値よりも高い領域、または、パターンを投影した画像と投影していない画像とで彩度の差が、ある閾値よりも高い領域のうちの少なくとも一方の領域を影領域として判定することを特徴とする(5)記載の画像間対応探索方法が提供される。

【0017】また、本発明によると、上記課題を解決するために、(7) 前記類似度再計算判定工程は、パターンを投影した画像では輝度がほぼ飽和しているが投影していない画像では飽和していない領域、または、パターンを投影した画像と投影していない画像とで彩度の差が、ある閾値よりも高い領域のうちの少なくとも一方の領域をハレーション領域として判定することを特徴とする(5)記載の画像間対応探索方法が提供される。

【0018】また、本発明によると、上記課題を解決するために、(8) 前記類似度再計算判定工程は、前記類似度計算工程によって得られた類似度が低い領域に対して、パターンを投影した画像と投影していない画像で輝度、彩度を比較してパターン投影によって影、ハレーションが生じているか否かを判定することにより、類似度の再計算の必要性判定を行うことを特徴とする(5)記載の画像間対応探索方法が提供される。

【0019】

【発明の実施の形態】以下図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

【0020】図1は、本発明による画像間対応探索装置及び画像間対応探索方法が適用される全体の機器構成の一例を示す斜視図である。

【0021】すなわち、図1に示すように、本発明による画像間対応探索装置は、パターンを投影するための投影光学系Pと、パターン投影画像入力手段1及び画像入力手段2を構成する複数もしくは一つのカメラ1, 2と、そのカメラ1, 2によって撮影された複数の画像に対して処理を行う画像処理装置Cとで構成される。

【0022】まず、本発明による画像間対応探索装置及び画像間対応探索方法の第1の実施の形態について説明する。

【0023】図2は、本発明による画像間対応探索装置及び画像間対応探索方法の第1の実施の形態の構成要素とその関係を表した図である。

【0024】すなわち、図2に示すように、本発明の第1の実施の形態による画像間対応探索装置は、前述した投影光学系としてのパターン投影手段Pと、前述したカメラ1, 2に相当するパターン投影画像入力手段1及び画像入力手段2と、前述した画像処理装置Cに含まれる類似度計算手段3と、類似度再計算判定手段4と、類似度再計算手段5と、対応探索手段6とから構成される。

【0025】図3は、図2にデータの流れを付加した図である。

【0026】本発明による画像間対応探索装置及び画像間対応探索方法のアルゴリズムの大きな流れは、以下の通りである。

【0027】(1) パターン投影手段Pによってパターンを投影し、パターン投影画像入力手段1によって視点の異なるパターン投影画像群D1を生成する。

【0028】(2) 画像入力手段2によって視点の異なる画像群D2を生成する。

【0029】(3) 類似度計算手段3において、画像群D1間の各画素あるいは領域ごとの類似度D3を算出する。

【0030】(4) 類似度再計算判定手段4において、画像群D1と画像群D2の対応する各視点ごとに画像を比較しその変化からパターン投影によって影やハレーションが生じているかどうかを判定し、(3)の結果も考慮しながら再計算が必要かどうかを判定する。

【0031】(5) 類似度再計算手段5において、(4)で再計算が必要であると判定された領域に対して画像群D2間の各画素あるいは領域ごとの再計算類似度D5を算出する。

【0032】(6) 対応探索手段6において、(3)の類似度D3と(5)の再計算類似度D5をもとに対応する画素対あるいは領域対を探索し、対応を求める。

【0033】以下に、各構成要素とその関係について詳細に説明する。

【0034】なお、以下では、説明の簡単のため二つの異なる視点から画像に関して説明するが、この発明は視点が三つ以上である場合も含んでいる。

【0035】パターン投影手段Pは、撮影対象にパターンを投影するものであり、このパターン投影手段Pによって投影するパターンは、例えば、格子状、ストライプ状、ランダムドット、またはカラーでコーディングされたパターンでもよい。

【0036】これらのパターンはエビポーラライン上において繰り返しがないように作られていることが望ましい。

【0037】このことにより、撮影対象に繰り返しパターンがある場合でも正確な対応を求めることができる。

【0038】図4は、パターン投影手段Pによって投影するいくつかのパターンを例示する図である。

【0039】すなわち、図4の(a)では格子状のパターンが示されており、図4の(b)ではストライプ状のパターンが示されている。

【0040】ただし、これらのパターンの形状によって、本発明が制限を受けるものではないことは明白である。

【0041】また、パターン投影画像入力手段1は、パターン投影手段Pによってパターン投影された撮影対象を異なる二つ視点からデジタルカメラ等で撮像された画像群あるいは対応探索のための適切な前処理が施された

画像群をそれぞれ2次元配列にもしくは、画像がカラーである場合には各色ごとに2次元配列に格納して出力する。

【0042】ここで、異なる視点からの撮影は、異なる位置に配置された複数のカメラによる撮影であったり、一つのカメラで異なる位置に移動して撮影したものであってもよい。

【0043】ここでいうところの適切な処理には、例えば、レクティフィケーションや、画像撮影時に付加されるノイズを除去するための平滑化フィルタ、メジアンフィルタ等の処理を含む。

【0044】図5は、レクティフィケーション前の2枚の画像と、その処理によって得られた2枚の画像を模式的に表した図である。

【0045】ここでいうレクティフィケーションとは、異なる視点から撮影された画像を、カメラ・キャリブレーション・パラメータをもとに、左右の画素のエビポーララインを水平にして行ごとに一致させるような操作を意味し、例えば、文献『Emanuele Trucco, Alessandro Verri, "Introductory Techniques for 3-D Computer Vision", Prentice-Hall, New Jersey, USA, 1998』にその詳細が述べられているので、ここではその説明を省略する。

【0046】そして、画像入力手段2は、パターン投影画像入力手段1と各視点において同一な光軸に設置されており、異なる二つ視点からデジタルカメラ等で撮像された画像群あるいは対応探索のための適切な前処理が施された画像群をそれぞれ2次元配列にもしくは、画像がカラーである場合には各色ごとに2次元配列に格納して出力する。

【0047】ここで、画像入力手段2とパターン投影画像入力手段1とは、同一の機器で構成されていてもよい。

【0048】以下では、画像入力手段2とパターン投影画像入力手段1とは、同一の機器で構成され、同一の視点であるものとして説明するが、これらは別の機器、別の視点であってもよい。

【0049】また、類似度計算手段3は、パターン投影画像入力手段1からの画像群D1の片方の画像の注目画素近傍と、もう一方の画像の類似度D3を算出したい画素近傍の濃淡値を用いて類似度D3を計算し、この類似度D3を画像の縦横方向(u, v)と視差方向(d)の3次元の配列として出力するものである。

【0050】図6は、その3次元配列を説明するために示される図である。

【0051】例えば、左の画像を基準として、左の画像の座標が(i, j)である画素L(i, j)に対して、右の画像の座標が(i+k, j)である画素R(i+k, j) (0<k<D)との類似度D3を計算して格納する。

【0052】ここでいう画素近傍として、注目画素を中心とした正方形、長方形、円形に限らず、画素ごとに異なる領域を用いることが考えられるが、画素近傍の決め方が本発明に制限を与えるものではないことは明白である。

R_i ($i \in S$)、左右画像の濃度値の近傍画素内の平均をそれぞれ \bar{L} 、 \bar{R} とおくと、

正規化相関、

$$\frac{\sum_{i \in S} (L_i - \bar{L})(R_i - \bar{R})}{\sqrt{\sum_{i \in S} (L_i - \bar{L})^2 \sum_{i \in S} (R_i - \bar{R})^2}}$$

差の2乗和、

$$\sum_{i \in S} (L_i - R_i)^2$$

差の絶対値の和、

$$\sum_{i \in S} |L_i - R_i|$$

差の最大値、

$$\max_i |L_i - R_i|$$

閾値以上の差の数、のいずれか一つをもしくは適応的に画素ごとに变えて用いることが考えられるが、類似度D3の計算方法が本発明に制限を与えるものではないことは明白である。

【0054】ここでいう類似度D3の計算として、例えば、類似度D3を算出する対象である2枚の画像に対して直接計算するのではなく、縮小や、ぼかされた画像を用いて大まかに類似度D3がよいと思われる領域を算出してから、細部に関して類似度D3を計算するいわゆる多重解像度解析を用いた手法（文献『特開平7-103734号公報“ステレオ対応探索装置”』）を用いてもよい。

【0055】そして、類似度再計算判定手段4は、各視点に対応するパターン投影画像群D1と画像群D2の比較演算を行い類似度の再計算の必要性がある領域を判定するものである。

【0056】ここで、再計算の必要性がある領域としては、例えば、パターン投影による影の領域や、ハレーション領域が考えられる。

【0057】このハレーションとは、例えば、撮影対象がある特定の方向に強い反射特性がある場合に生じる現象で、このような領域ではこの反射方向が視点によって変化してしまうため正確な対応を求めることが困難である。

【0058】これらの影の領域や、ハレーション領域に関しての具体的な判定方法としては、例えば、

1. 画像群D1の画像よりも画像群D2の画像の方が輝度が高い
2. 画像群D1の画像よりも画像群D2の画像の方が彩度が高い

【0053】また、ここでいう類似度D3としては、例えば、近傍画素の座標の集合をS、左右画像の近傍画素の濃度値をそれぞれ L_i 、

【数1】

といった性質を満たす領域を影領域として判定する。

【0059】また、

1. 画像群D1の画像では輝度がほぼ飽和しているが画像群D2の画像では飽和していない
2. 画像群D1の画像よりも画像群D2の画像の方が彩度が高い

といった性質を満たす領域をハレーション領域として判定する。

【0060】ここで、ほぼ飽和している画素とは、例えば、256階調で表現されていた場合には、雑音の影響も考慮して250～255階調を持つ画素を示す。

【0061】ただし、この具体的な値に関しては、カメラによって雑音特性に個体差があるため、その都度、決める必要がある。

【0062】これらの性質の判定には、例えば、輝度値、彩度の差分や比を用いるようにしてもよい。

【0063】また、判定速度を速めるために、画像群D1の画像内で1次判定を行うようにしてもよい。

【0064】例えば、影領域の判定では、画像群D1の画像の輝度や彩度が低い領域に関して、画像群D2の画像と比較する。

【0065】また、ハレーション領域の判定では、画像群D1の画像の輝度が飽和しているまたは彩度が低い領域に関して、画像群D2の画像と比較する。

【0066】または、影領域の判定、ハレーション領域の判定において、類似度計算手段3で得られた類似度が低い領域に限定してもよい。

【0067】ただし、これらの判定方法が、本発明に制限を与えるものではないことは明白である。

【0068】そして、類似度再計算手段5は、類似度再

計算判定手段4によって再計算の必要性が認められた領域に対して、画像群D2の中に対応する領域内に対して類似度計算手段3と同様に類似度を算出し、3次元の配列として出力する。

【0069】また、対応探索手段6は、類似度計算手段3からの類似度D3と類似度再計算手段5からの再計算類似度から対応を探索し、対応マップを出力する。

【0070】例えば、対応探索手段6は、基準となる画像の注目画素に関してもう片方の画像の中で類似度と類似度の信頼性を考慮して最も対応している可能性の高い画素と対応づける。

【0071】ここでいう対応マップは、例えば、左の画像を基準として、左の画像の注目画素に対応する右の画像上の画素がどれだけずれているかを左画像上にプロットした視差マップ（2次元配列）などが考えられる。

【0072】ただし、この対応マップの出力方法が、本発明に制限を与えるものではないことは明白である。

【0073】そして、以上のような本発明の画像間対応探索装置及び画像間対応探索方法は、特に、画像間の対応する画素あるいは対応する領域を求める際に、例えば、視点の異なる画像間の対応を求めることにより距離情報を抽出する装置に利用できる技術であるとともに、パノラマ写真の結合における対応点探索装置に利用できる技術である。

【0074】

【発明の効果】請求項1、3記載の本発明によれば、パターンが投影された撮影対象について対応を求めるための情報が乏しい場合でも対応を求めることができる。

【0075】また、請求項1、3記載の本発明によれば、類似度計算手段においてパターンが投影された画像とパターンが投影されていない画像とで特徴がはっきりとしていて、対応が正確に求めることができる可能性が高いほうを各領域ごとに選択しながら類似度を計算することにより、パターン投影を行うことによって生じる影やハレーションの影響を減少させるとともに、繰り返しパターン等に対してもより正確に対応を求めることができる。

【0076】さらに、請求項1、3記載の本発明によれば、影やハレーションの影響を減少させることができるということにより、パターン投影光学系と撮影光学系との光軸を一致させるといった煩わしさも解消される。

【0077】また、請求項2、4、5乃至8記載の本発明によれば、パターンが投影された撮影対象について対応を求めるための情報が乏しい場合でも対応を求めることができる。

【0078】また、請求項2、4、5乃至8記載の本発明によれば、類似度再計算判定手段においてパターン投影を行うことによって生じる弊害である影やハレーションの領域を判定し、その判定に基づき類似度再計算手段

においてパターン投影していない画像で類似度を再計算することにより、影やハレーションの影響を減少させるとともに、繰り返しパターン等に対してもより正確に対応を求めることができる。

【0079】さらに、請求項2、4、5乃至8記載の本発明によれば、影やハレーションの影響を減少させることができるということにより、パターン投影光学系と撮影光学系との光軸を一致させるといった煩わしさも解消される。

【0080】従って、以上説明したように、本発明によれば、異なる複数の各視点から、パターンを投影した状態と投影していない状態の両方で撮影を行い、各領域あるいは画素ごとにパターン投影した画像とパターンを投影していない画像とを比較して対応が正確に求めることができる方を用いて類似度を計算することにより、パターン投影光学系と撮影光学系の光軸を一致させるといった煩わしさもなく、より正確でより信頼度の高い密な対応を効率的に求めることができる画像間対応探索装置及び画像間対応探索方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明による画像間対応探索装置及び画像間対応探索方法が適用される全体の機器構成の一例を示す斜視図である。

【図2】図2は、本発明による画像間対応探索装置及び画像間対応探索方法の第1の実施の形態の構成要素とその関係を表した図である。

【図3】図3は、図2にデータの流れを付加した図である。

【図4】図4は、図2のパターン投影手段Pによって投影するいくつかのパターンを例示する図である。

【図5】図5は、図2のパターン投影手段Pによってパターン投影された撮影対象を異なる二つ視点からデジタルカメラ等で撮像された画像群あるいは対応探索のための適切な前処理としてレクティフィケーション処理前の2枚の画像と、その処理によって得られた2枚の画像を模式的に表した図である。

【図6】図6は、図2の類似度計算手段3が計算された類似度D3を画像の縦横方向（u，v）と視差方向（d）の3次元に配列して出力する際の3次元配列を説明するために示した図である。

【符号の説明】

P…投影光学系（パターン投影手段）、

1…パターン投影画像入力手段、

2…画像入力手段、

C…画像処理装置、

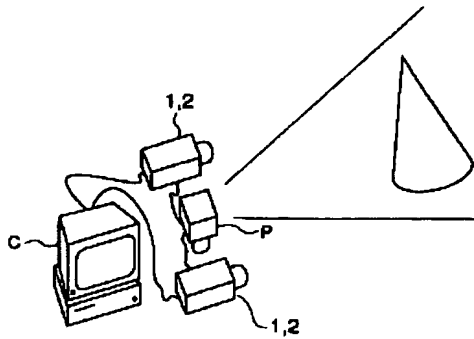
3…類似度計算手段、

4…類似度再計算判定手段、

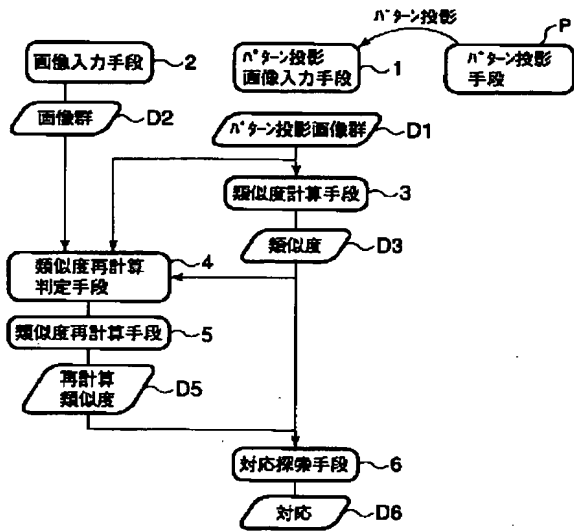
5…類似度再計算手段、

6…対応探索手段。

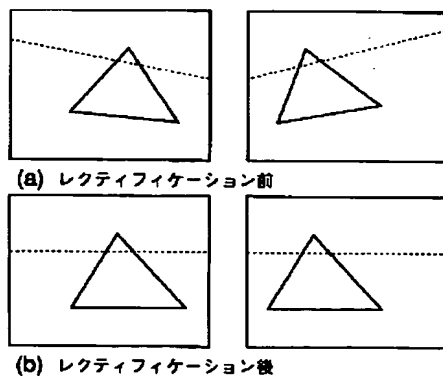
【図1】



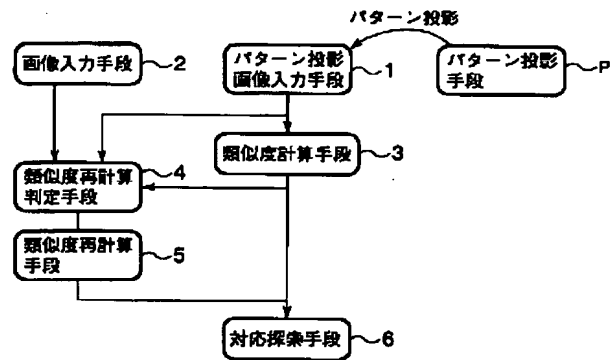
【図3】



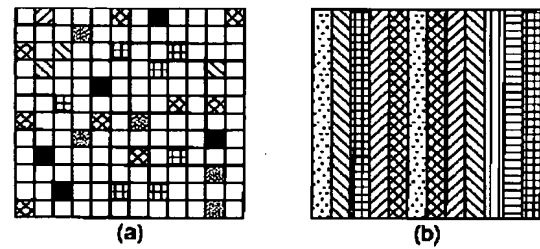
【図5】



【図2】



【図4】



【図6】

